RENDICONTI DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali
Estratto dal vol. XVIII, serie 5ª. 1° sem., fasc. 7°. — Seduta del 4 aprile 1909.

7

# RICERCHE CHIMICO-FISICHE

SULLA

# LENTE CRISTALLINA

NOTA 6

DEL CORRISP.

FILIPPO BOTTAZZI e di NOÈ SCALINCI

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI
1909

7

**Chimica fisica.** — *Ricerche chimico-fisiche sulla lente cristallina* [1]. Nota del Corrispondente FILIPPO BOTTAZZI e di NOÈ SCALINCI.

VI. — IMBIBIZIONE DELLA LENTE IN SOLUZIONI DI NaCl DI DIVERSA CONCENTRAZIONE.

Prima di esporre i risultati delle ricerche sistematiche, vogliamo riferire quelli dei primi tentativi da noi fatti per vedere come si comporta la lente immersa in soluzioni saline variamente concentrate. Essi sono raccolti nella seguente tabella, la quale dimostra che la lente cristallina aumenta di peso in tutte e tre le soluzioni sperimentate, la cui concentrazione va da un minimo di 0,1 *n* (0,58 %) a un massimo di 0,247 *n* (1,45 %); meno nelle più concentrate, e più nelle meno concentrate, meno velocemente nelle prime e più nelle seconde; ma dopo un tempo sufficientemente lungo, (18, 24, 48 ore ecc.) la lente si trova sempre aumentata di peso nelle soluzioni dette.

TAB. VIII. — *Imbibizione della lente in soluzioni di* NaCl.

| | Soluz. 0,247*n* | | Soluz. 0,166*n* | Soluz. 0,1*n* |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | | |
| Peso della lente normale g | 0,504 | 0,610 | 0,455 | 0,606 |
| Peso della lente dopo 3 ore » | 0,507 | — | 0,480 | — |
| » 12 » » | — | 0,628 | — | 0,712 |
| » 18 » » | 0,530 | 0,634 | — | 0,726 |
| » 24 » » | 0,546 | 0,691 | 0,504 | 0,747 |
| » 48 » » | — | — | 0,528 | — |

I risultati delle numerose ricerche sistematiche che abbiamo fatte sono raccolti nella Tab. IX. Nella Tab. X si trovano i valori delle variazioni percentuali del peso delle lenti dopo ciascuna delle prime quattro ore (e poi anche dopo la 19, 24 e 28 ora).

[1] Dal Laboratorio di Fisiologia sperimentale della R. Università di Napoli.

## TABELLA IX.

*Imbibizione della lente in soluzione di* NaCl *di diversa concentrazione.*

| Esperimenti | Animale | Concentrazione della soluzione | Peso della lente normale in *g* | Peso della lente immersa nella soluzione dopo | | | | | | | | | | | Aumento o diminuzione percentuale della l. dopo 4 ore | Aumento o diminuzione percentuale della l. alla fine esperim. | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1/2 ora | 1 ora | 1 1/2 ore | 2 ore | 2 1/2 ore | 3 ore | 3 1/2 ore | 4 ore | 18 ore | 24 ore | 28 ore | | | |
| 1° | Coniglio | Acqua distillata | 0,302 | — | 0,426 | — | 0,483 | — | 0,503 | — | 0,523 | — | — | — | + 73,10 % | — | |
| 2 | id. | id. | 0,295 | — | 0,429 | — | 0,467 | — | 0,524 | — | 0,556 | — | — | — | + 88,40 » | — | |
| 3 | id. | 0,05 % = 0,0008 *n* | 0,397 | — | 0,499 | — | 0,534 | — | 0,558 | — | 0,571 | — | — | — | + 45,91 » | — | |
| 4 | Cane . . | 0,10 % = 0,001 *n* | 0,480 | — | 0,545 | — | 0,578 | — | 0,601 | — | 0,600 | — | — | — | + 25 » | — | |
| 5 | Coniglio | id. | 0,286 | — | 0,354 | — | 0,377 | — | — | — | — | — | — | — | + 31, 8 » | — | |
| 6 | Cane . . | 0,15 % = 0,026 *n* | 0,287 | — | 0,347 | — | 0,369 | — | 0,383 | — | — | — | — | — | + 37 » | — | |
| 7 | id. | id. | 0,284 | — | 0,348 | — | 0,370 | — | 0,376 | — | 0,376 | — | — | — | + 32, 3 » | — | |
| 8 | id. | 0,20 % = 0,034 *n* | 0,476 | — | 0,553 | — | 0,584 | — | 0,604 | — | 0,610 | — | — | — | + 28,15 » | — | |
| 9 | id. | id. | 0,467 | — | 0,539 | — | 0,604 | — | 0.570 | — | 0,576 | — | — | — | + 23, 3 » | — | |
| 10 | id. | 0,25 % = 0,042 *n* | 0,617 | — | 0,739 | — | 0,767 | — | 0,787 | — | 0,805 | — | — | — | + 30, 4 » | — | |
| 11 | id. | id. | 0.478 | — | 0,540 | — | 0,570 | — | 0,589 | — | 0,603 | — | — | — | + 26, 1 » | — | |
| 12 | Coniglio | 0,50 % = 0,085 *n* | 0,409 | — | 0,471 | — | 0,502 | — | 0,527 | — | 0,544 | — | — | — | + 33 » | — | |
| 13 | id. | id. | 0,444 | — | 0,549 | — | 0,593 | — | 0,612 | — | 0,635 | — | — | — | + 33, 5 » | — | |
| 14 | id. | 0.70 % = 0,120 *n* | 0,385 | — | 0,436 | — | 0,459 | — | 0,474 | — | 0,479 | — | — | — | + 32, 9 » | — | |
| 15 | id. | id. | 0,385 | 0,405 | 0,418 | 0,426 | 0,438 | 0,446 | 0,450 | 0,454 | — | — | — | — | + 18, 5 » | — | |
| 16 | Cane . . | 0,85 % = 0,145 *n* | 0,579 | 0,603 | 0,619 | — | 0.614 | — | 0.611 | — | — | — | — | — | + 5, 7 » | — | |
| 17 | Coniglio | id. | 0,286 | — | 0,323 | — | 0,317 | — | 0,316 | — | 0,314 | — | — | — | + 9, 8 » | — | |
| 18 | Cane . . | 0,90 % = 0,153 *n* | 0,587 | 6,604 | 0,611 | 0,620 | 0,621 | 0,625 | 0,632 | — | — | — | — | — | + 6, 8 » | — | |
| 19 | id. | id. | 0,308 | 0,321 | 0,323 | 0,325 | 0,327 | 0,327 | 0,327 | 0,329 | — | — | — | — | + 7,66 » | — | |
| 20 | id. | 1 % = 0,170 *n* | 0,423 | 0,431 | 0,431 | 0,432 | 0,433 | 0,436 | 0,441 | 0,439 | — | — | — | — | + 3, 7 » | — | |
| 21 | id. | id. | 0,466 | 0,472 | 0,468 | 0,470 | 0,471 | 0,470 | 0,473 | 0,475 | 0,474 | — | — | — | + 1, 7 » | — | |

*Seguito* TABELLA IX.

| Esperimenti | Animale | Concentrazione della soluzione | Peso della lente normale in *g* | Peso della lente immersa nella soluzione dopo | | | | | | | | | | | Aumento o diminuzione percentuale della l. dopo 4 ore | Aumento o diminuzione percentuale della l. alla fine esperim. | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1/2 ora | 1 ora | 1 1/2 ore | 2 ore | 2 1/2 ore | 3 ore | 3 1/2 ore | 4 ore | 18 ore | 24 ore | 28 ore | | | |
| 22° | Cane . . | 1,15 % = 0,196 *n* | 0,268 | 0,274 | 0,269 | 0,272 | 0,269 | 0,272 | 0,272 | 0,273 | — | — | — | — | + 2 % | — | |
| 23 | id. | id. | 0,336 | 0,340 | 0,340 | 0,340 | 0,339 | 0,338 | 0,337 | 0,338 | — | — | — | — | + 0,59 » | — | |
| 24 | id. | 1,17 % = 0,200 *n* | 0,525 | 0,533 | 0,530 | 0,529 | 0,530 | 0,531 | 0,528 | 0,529 | 0,542 | — | — | — | + 3,23 » | — | |
| 25 | id. | id. | 0,525 | 0,534 | 0,532 | 0,528 | 0,531 | 0,526 | 0,529 | 0,530 | 0,546 | — | — | — | + 4 » | — | |
| 26 | id. | 1,22 % = 0,208 *n* | 0,375 | 0,371 | 0,369 | 0,369 | 0,366 | 0,369 | 0,371 | 0,373 | 0,374 | — | — | — | — 0,26 » | — | |
| 27 | id. | id. | 0,470 | 0,481 | 0,479 | 0,489 | 0,491 | 0,486 | 0,485 | 0,488 | — | — | — | — | + 3,85 » | — | |
| 28 | id. | 1,25 % = 0,213 *n* | 0,381 | 0,381 | 0,376 | 0,377 | 0,378 | 0,376 | 0,376 | 0,373 | — | — | — | — | — 1,30 » | — | |
| 29 | id. | id. | 0,487 | 0,488 | 0,488 | 0,488 | 0.488 | 0,488 | 0,488 | 0,488 | 0,488 | — | — | — | — | — | |
| 30 | id. | id. | 0,440 | 0,439 | 0,435 | 0,436 | 0,437 | 0,438 | 0,439 | 0,435 | 0,436 | — | — | — | — 0,88 a | — | |
| 31 | id. | 1,35 % = 0,230 *n* | 0,560 | 0,554 | 0,554 | 0,552 | 0,555 | 0,556 | 0 559 | 0,560 | — | — | — | — | — 1, 4 » | — | |
| 32 | id. | id. | 0,359 | 0,358 | 0,359 | 0,358 | 0,358 | 0,358 | 0,357 | 0,358 | 0,359 | — | — | — | — | — | |
| 33 | id. | 1,50 % = 0,258 *n* | 0,517 | 0,511 | 0,508 | 0,508 | 0,506 | 0,501 | 0,505 | 0,502 | 0,504 | — | — | — | — 2, 5 » | — | |
| 34 | id. | 2 % = 0,341 *n* | 0,383 | 0,379 | 0,376 | 0,374 | 0,370 | 0,369 | 0,367 | 0,362 | 0,360 | — | — | — | — 6,10 » | — | |
| 35 | id. | 3 % = 0,512 *n* | 0,444 | 0,439 | 0,431 | 0,433 | 0,433 | 0,432 | 0,432 | 0,433 | — | — | — | — | — 2,47 » | — | |
| 36 | id. | 5 % = 0,854 *n* | 0,460 | 0,449 | 0,442 | 0,445 | 0,445 | 0,441 | 0,441 | 0,437 | 0,438 | — | — | — | — 4,70 » | — | |
| 37 | id. | 7 % = 1,196 *n* | 0,304 | 0,291 | 0,289 | 0,287 | 0,285 | 0,281 | 0,281 | 0,279 | 0,281 | 0,301 | 0,302 | 0,304 | — | — | |
| 38 | id. | 10 % = 1,709 *n* | 0,441 | 0,434 | 0,435 | 0,441 | 0,438 | 0,440 | 0,442 | 0,441 | — | — | — | — | — | — | |
| 39 | id. | 14 % = 2,393 *n* | 0,305 | 0,295 | 0,293 | 0,291 | 0,293 | 0,297 | 0,298 | 0,303 | 0,307 | 0,319 | 0,320 | 0,319 | — | + 4,58 % | |

## TABELLA X.

*Variazioni percentuali del peso della lente, dopo ciascuna delle prime quattro ore.*

| Soluzioni di NaCl | $H_2O$ | 0,0008 *n* | 0,001 *n* | 0,026 *n* | 0,034 *n* | 0,042 *n* | 0,085 *n* | 0,120 *n* | 0,145 *n* | 0,153 *n* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso della lente normale *g* | 0,295 | 0,397 | 0,480 | 0,336 | 0,476 | 0,478 | 0,409 | 0,385 | 0,579 | 0,308 |
| Aumento o diminuzione percentuale del peso della lente dopo ore | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* |
| 1 | + 42,17 | + 25,68 | + 13,54 | + 20,90 | + 16,17 | + 12,97 | + 15,15 | + 8,56 | + 12,78 | + 4,22 |
| 2 | + 58, 3 | + 34, 5 | + 20,41 | + 28, 5 | + 22,68 | + 19,24 | + 22,51 | + 13, 7 | + 6,90 | + 4,87 |
| 3 | + 77,62 | + 40, 5 | + 25,20 | + 37, 0 | + 26,29 | + 23,22 | + 28,84 | + 15, 8 | + 6,04 | + 5,51 |
| 4 | + 88,47 | + 45, 9 | + 25,25 | — | + 28,19 | + 26,10 | + 33, 0 | + 18,05 | + 5,70 | + 6,13 |
| 19 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 24 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 28 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

*Seguito* TABELLA X.

| Soluzioni di NaCl | 0,170 *n* | 0,196 *n* | 0,208 *n* | 0,213 *n* | 0,230 *n* | 0,254 *n* | 0,341 *n* | 0,513 *n* | 0,854 *n* | 1,196 *n* | 1,709 *n* | 2,393 *n* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso della lente normale *g* | 0,466 | 0,336 | 0,375 | 0,381 | 0,389 | 0,317 | 0,383 | 0,444 | 0,460 | 0,441 | 0,304 | 0,305 |
| Aumento o diminuzione percentuale del peso della lente dopo ore | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *z* |
| 1 | + 1,20 | + 1,19 | — 1, 6 | — 1,31 | — 1,07 | — 1,76 | — 1,82 | — 2,92 | — 3,90 | — 4,93 | — 1,35 | — 4,60 |
| 2 | + 1,07 | + 0,30 | — 2, 4 | — 1,04 | — 1,42 | — 2,12 | — 3,65 | — 2,47 | — 3,26 | — 6,21 | — 0,67 | — 3,80 |
| 3 | + 1,57 | + 0,59 | — 1,07 | — 1,31 | — 1,07 | — 2,32 | — 4,18 | — 2,70 | — 4,13 | — 7,56 | — 0,22 | — 2,30 |
| 4 | + 1,83 | + 0,30 | — 0,27 | — 2,10 | — 1,18 | — 2,51 | — 6, 0 | — 2,47 | — 4,77 | — 7,56 | 0 | + 0,60 |
| 19 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — 0,98 | — | + 4,60 |
| 24 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — 0,65 | — | + 4,90 |
| 28 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | — | + 4,60 |

Considerando i dati numerici contenuti in queste due tabelle si rilevano i seguenti fatti.

Le concentrazioni delle soluzioni di NaCl da noi adoperate vanno da un minimo di 0,0008 *n* a un massimo di 2,393 *n*.

La prima cosa che colpisce, considerando le variazioni percentuali del peso della lente dopo 4 ore, e guardando la fig. 7 in cui esse sono graficamente espresse, è che, anche nella soluzione più diluita (0,0008$n$ NaCl), l'imbibizione della lente è molto minore di quella che essa presenta quando è immersa in acqua distillata. Una minima quantità di cloruro sodico dunque è sufficiente a ostacolare il processo d'imbibizione; così che per la lente naturale l'imbibizione avverrebbe meglio in acqua che in soluzioni saline; contrariamente a quanto Hofmeister [1] osservò sulla gelatina e sull'agar. Alcune osservazioni da noi fatte ci farebbero sospettare che la presenza di $OH^-$ debba accelerare molto il processo d'imbibizione; ma non avendo finora terminate le ricerche sistematiche sull'azione delle soluzioni alcaline e di altri sali, per ora dobbiamo limitarci a dire che, nella lente, *l'imbibizione avviene più velocemente in* $H_2O$ *che in soluzioni di* NaCl, *e che per ciò questo sale, non che agevolare, ostacola il processo d'imbibizione.* Per quanto riguarda il diverso modo di comportarsi della lente in confronto colle lamine di gelatina (vedi appresso), esso è probabilmente dovuto al fatto che la lente è già un gel imbevuto, a un certo grado, con soluzione di NaCl, come può essere in gran parte considerato l'umor acqueo, e all'altro fatto che in questi esperimenti i processi osmotici si accompagnano sempre coi processi d'imbibizione.

Confrontando nel loro insieme tutti i valori percentuali della Tab. IX e guardando la fig. 7 si scorge che, andando dalle soluzioni più diluite alle più concentrate, l'imbibizione mano mano diminuisce, finchè nelle ultime, invece di aumento, si osserva diminuzione di peso, cioè disimbibizione della lente, nelle prime quattro ore d'immersione.

Le soluzioni potrebbero essere divise in tre gruppi:

1) Soluzioni estremamente diluite, di concentrazione variabile da 0,0008$n$ a 0,120$n$, nelle quali in capo a 4 ore la lente presenta un aumento di peso dal 45,91 % al 18,08 %. In queste soluzioni, la lente non subisce alterazioni profonde. Essa si rigonfia e tende ad assumere forma globosa tanto più, quanto più diluita è la soluzione. Nelle soluzioni più diluite, dopo molte ore, talora si osserva che la lente perde un poco della sua lucentezza alla superficie, si opaca leggerissimamente, come quando su un cristallo pulito si condensa un tenue strato di vapor d'acqua. Ma questa alterazione o non invade tutta la superficie della lente, o è precoce e transitoria (apparisce subito dopo l'immersione e poi si dilegua), o è tardiva, e allora non può dirsi che dipenda dalla concentrazione della soluzione, perchè un simile tenue opacamento superficialissimo la lente presenta sempre dopo molte ore, in qualunque delle soluzioni sia immersa.

[1] Loc. cit. (ved. Nota V).

2) Soluzioni di media concentrazione, da 0,145 $n$ a 0,258 $n$, nelle quali la lente si conserva benissimo e varia poco di peso, potendo aumentare dal 9,8 % (nella soluz. 0,145 $n$) al 0,59 % (nella soluz. 0,196 $n$), e diminuire dal 0,26 % (nella soluz. 0,208 $n$) al 2,5 % (nella soluz. 0,258 $n$).

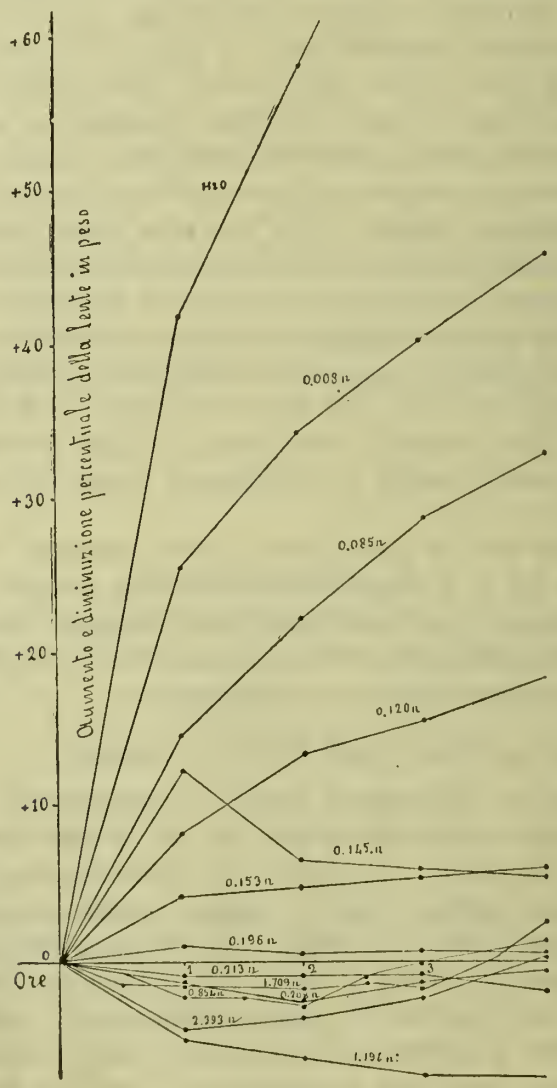


Fig. 7.

Tra queste soluzioni era certamente da cercare quella soluzione nella quale la lente, almeno per 4 ore, non aumentasse nè diminuisse di peso.

Dando uno sguardo alle tabelle, troviamo che nella soluzione 0,208 $n$ una delle due lenti diminuì solo del 0,26 %; nella soluzione 0,213 $n$ una

lente non variò affatto in 4 ore (dopo il minimo trascurabile aumento iniziale di 1 mg), mentre altre due lenti diminuirono l'una del 0,88 % e l'altra del 1,30 %; e finalmente una lente immersa nella soluz. 0,230 $n$, in capo a 4 ore, presentava l'identico peso iniziale, dopo avere presentato una diminuzione di 1-2 mg.

Una di queste tre soluzioni, quindi, o forse una soluzione corrispondente alla media di queste tre $\left(\frac{0{,}208\,n + 0{,}213\,n + 0{,}230\,n}{3} = 0{,}2255\,n\right)$ sarà la « soluzione di equilibrio » per eccellenza (essa corrisponde a una soluzione 13,16 ‰, ossia 1,3 % circa).

Ricordiamo che Manca e Ovio (1) trovarono per la lente di rana essere « isosmotica » la soluzione 0,135-0,140 $n$ di NaCl (circa 8,04 ‰), e per la lente di bue essere « isosmotica » la soluzione 12 ‰ (ossia 1,2 %) di NaCl.

Con altro metodo, uno di noi (2) già trovò che « la concentrazione osmotica del cristallino di cane è superiore a quella di una soluzione 1,15 % di NaCl ($\Delta = 0°{,}731$) e inferiore a quella di una soluzione 1,35 % dello stesso sale ($\Delta = 1°{,}00$) », e che come soluzione di concentrazione media poteva ritenersi quella di 1,25 %.

Tutte queste soluzioni sono più concentrate dei liquidi oculari (umor acqueo e umor vitreo) (3). Per ciò Leber concluse che la lente è ipertonica rispetto ad ambedue i liquidi

Abbiamo visto che, secondo Leber, la lente immersa nei liquidi oculari aumenta di peso perchè essa sarebbe ipertonica rispetto a loro. Ma le nostre ricerche hanno dimostrato che tale aumento di peso non sempre avviene; e che in una stessa soluzione (p. e., quella 0,208 $n$ degli Esper. 26-27), una lente può diminuire di peso del 0,26 % e un'altra aumentare del 3,85 %. I piccoli aumenti e le piccole diminuzioni di peso della lente, quindi, specialmente quelli che avvengono poco dopo l'immersione, non possono essere tenuti in gran conto. L'aumento di peso osservato da Leber (4) nella lente di bue, nelle prime 15 ore, fu appena del 0,085-0,1 %, vale a dire piccolissimo, trascurabile: come si può utilizzarlo a conferma dell'ammesso squilibrio di pressione osmotica fra lente e liquidi oculari? Esso divenne maggiore nelle ore successive; ma allora dipendeva, come vedremo, da altre cause.

Frequentemente si osserva che la lente, anche se viene immersa in soluzioni di concentrazione poco differente da quella media 0,225 $n$, da principio aumenta un poco di peso, e poi conserva per parecchie ore il peso raggiunto nella prima mezz'ora, con qualche lieve variazione, evidentemente dovuta, in parte, a inevitabili cause d'errore inerenti al metodo. Deve necessariamente ammettersi che tale aumento di peso sia effetto di mancanza

(1) G. Manca e G. Ovio, *Studî intorno alla cataratta artificiale.* Arch. di Oftalmol., ann. V, pp. 112 e 141, 1896-97.

(2) N. Scalinci, *Ricerche fisico-chimiche sulla lente cristallina.* Arch. di Oftalm., ann. XV, pag. 457, 1908.

(3) Ved. Fil. Bottazzi, Ergebn. d. Physiol., VII, Jahrg., pp. 347-349, 1908.

oculari; il che equivale a dire, che per tutta la vita sussisterebbe uno squilibrio osmotico fra lente e i liquidi oculari.

(4) Loc. cit., pag. 438.

di equilibrio osmotico fra la lente e la soluzione? Noi crediamo che il fenomeno dipenda da altre cause.

Per quanto rapidamente si asporti la lente dall'occhio, e la si asciughi, alcuni minuti passano fra tali manipolazioni e l'immersione, durante i quali inevitabilmente il cristallino esposto all'aria perde una piccolissima quantità di acqua, perdita che è agevolata sia dall'esposizione all'aria non satura di vapor d'acqua (non abbiamo noi veduto che essa perde acqua anche in uno spazio saturo di vapor d'acqua?), sia dalla pressione che la capsula esercita sul contenuto lenticolare, sia anche dalla suzione che esercita la carta bibula con la quale la si asciuga.

L'aumento di peso che la lente presenta, dunque, nelle condizioni dette sopra, è semplicemente l'espressione del ritorno di essa al normale grado d'imbibizione; e le soluzioni nelle quali la piccola variazione di peso ha luogo non per ciò possono essere considerate come soluzioni ipotoniche, nel senso di Leber, Manca e Ovio, ecc.

Dato questo particolar modo di comportarsi della lente immersa nelle soluzioni di media concentrazione, abbiamo creduto necessario di fare speciali ricerche con una di queste soluzioni, per vedere come si comporta la lente immersa nella medesima per più giorni, e abbiamo scelto la soluzione 0,200 *n*. I risultati sono contenuti nella Tab. XI.

Tab. XI. — *Imbibizione della lente normale in soluzione* 0,2 *n* NaCl.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso della lente normale | | | g. 0,400 | | | 0,451 | 0,451 |
| Peso della lente dopo | 3 | ore | » 0,402 | Peso dopo | 1/2 ore | 0,459 | 0,460 |
| » | 19 | » | » 0,400 | » | 1 » | 0,456 | 0,458 |
| » | 24 | » | » 0,400 | » | 1 1/2 » | 0,455 | 0,457 |
| » | 47 | » | » 0,410 | » | 2 » | 0,456 | 0,454 |
| » | 65 | » | » 0,423 | » | 2 1/2 » | 0,456 | 0,457 |
| » | 72 | » | » 0,438 | » | 4 » | 0,457 | 0,452 |
| » | 96 | » | » 0,452 | » | 4 1/2 » | 0,456 | 0,451 |
| » | 100 | » | » 0,458 | » | 5 1/2 » | 0,454 | 0,452 |
| » | 117 | » | » 0,464 | » | 6 1/2 » | 0,455 | 0,453 |
| » | 124 | » | » 0,463 | » | 7 1/2 » | 0,455 | 0,455 |
| » | 138 | » | » 0,472 | » | 8 1/2 » | 0,468 | 0,456 |
| » | 152 | » | » 0,481 | » | 28 » | 0,467 | 0,470 |
| » | 161 | » | » 0,480 | » | 29 » | 0,468 | 0,469 |
| » | 180 | » | » 0,491 | » | 30 » | 0,466 | 0,471 |
| » | 201 | » | » 0,514 | » | 31 » | 0,470 | 0,472 |
| » | 228 | » | » 0,520 | » | 32 » | 0,470 | 0,471 |
| » | 234 | » | » 0,476 | » | 33 » | 0,470 | 0,476 |
| » | 248 | » | » 0,477 | » | 48 » | 0,468 | 0,493 |
| » | 258 | » | » 0,455 | » | 50 » | 0,468 | 0,491 |
| — | — | | — | » | 54 » | 0,481 | 0,505 |
| — | — | | — | » | 56 1/2 » | 0,493 | 0,508 |
| — | — | | — | » | 71 1/2 » | 0,498 | 0,523 |
| — | — | | — | » | 81 1/2 » | 0,500 | 0,540 |
| — | — | | — | » | 95 » | 0,505 | 0,551 |
| — | — | | — | » | 102 1/2 » | 0,504 | 0,559 |
| — | — | | — | » | 120 » | 0,502 | 0,581 |
| — | — | | — | » | 140 » | 0,508 | 0,556 |
| — | — | | — | » | 150 » | 0,534 | 0,543 |
| — | — | | — | » | 155 » | 0,529 | — |
| — | — | | — | » | 169 » | 0,512 | — |

Da questi dati numerici risulta evidentemente che nella soluzione 0,2 *n* la lente, dopo un tempo maggiore di quel che occorra nelle soluzioni più diluite (dopo 30-40 ore) incomincia e continua a rigonfiarsi per più giorni, per poi di nuovo scemare di peso, probabilmente per diffusione delle sue proteine solubili. È dunque solo nelle prime ore che la lente varia poco di peso, e si mostra pressochè in equilibrio con la soluzione.

Senza dubbio, se invece della soluzione 0,2 *n* ne avessimo scelta un'altra di concentrazione poco differente da quella media 0,225 *n* avremmo anche osservato variazioni di peso, nelle prime ore (variazioni che sono dovute non solamente alle cause dette sopra, ma anche al fatto che la semplice soluzione di cloruro sodico, anche se isotonica ai liquidi oculari, differisce da questi per la mancanza degli altri sali, principalmente del $NaHCO_3$), e aumento progressivo di peso dopo molte ore d'immersione.

Pare, infatti, come vedremo appresso, che in ogni soluzione, di qualunque concentrazione essa sia, avviene imbibizione della lente, variando solamente il tempo in cui essa incomincia a divenire cospicua e la velocità con cui ha luogo.

3) Degno di essere in modo speciale considerato è il comportamento della lente nelle soluzioni più concentrate di cloruro sodico: come tali, possono essere tenute le soluzioni 0,341-2,393 *n*. La lente immersa in queste soluzioni perde nella prima ora da un minimo di 1,35 % a un massimo di 4,93 % del proprio peso (il minimo non corrisponde alla soluzione meno concentrata, nè il massimo alla più concentrata). Dalle tabelle risulta che, in generale, la lente immersa in queste soluzioni, in un primo periodo perde progressivamente di peso e raggiunge più o meno presto il massimo della perdita; in un secondo periodo, la perdita in peso va man mano scemando fino a raggiungere il valore zero, cioè la lente torna al suo peso iniziale; e finalmente in un terzo periodo, la lente aumenta progressivamente di peso.

Ora, è interessante il fatto che *questi tre periodi si svolgono tanto più velocemente, quanto più concentrata è la soluzione.* Alla 4ª ora dall'immersione, la lente nella soluzione 0,854 *n* si trovava ancora in periodo di diminuzione di peso; anche in periodo di diminuzione, ma più avanzato, si trovava la lente immersa nella soluzione 1,196 *n*; la lente immersa nella soluzione 1,709 *n*, invece, non solo aveva sorpassato il periodo di diminuzione e una parte del periodo di ritorno al peso iniziale, ma già era tornata al peso iniziale, e la lente immersa in soluzione 2,393 *n* aveva superato anche questo punto e trovavasi in periodo di aumento oltre il peso iniziale. La lente immersa in soluzione 1,196 *n* raggiunse il peso iniziale alla 28ª ora, dopo l'immersione; quella immersa in soluzione 1,709 *n* lo raggiunse alla 4ª ora; e quella immersa in soluzione 2,393 *n* lo raggiunse fra la 3ª e la 4ª ora (ved. fig. 7). Come si vede, non c'è proporzionalità rigorosa fra la concentrazione della soluzione e la velocità con cui si svolge

il processo: la velocità aumenta assai più rapidamente dell'aumentare della concentrazione.

Non meno degno di nota è il fatto che le diminuzioni di peso che la lente, nello stesso tempo, subisce nelle soluzioni concentrate (10-14 %; 1,709-2,393 *n*) sono assai piccole in confronto con gli aumenti di peso di essa nelle soluzioni diluite.

Nella fig. 7, le curve soprastanti all'asse delle ascisse si elevano a varia altezza, ma sempre di molto, mentre le curve sottostanti all'asse delle ascisse si abbassano di poco. In altre parole, *la lente è più disposta ad assumere acqua, aumentare di peso e rigonfiarsi, che a perdere acqua, diminuire di peso e coartarsi*, quando è immersa in soluzioni variamente concentrate, condizione questa che più di qual siasi altra s'avvicina a quella in cui naturalmente (nei liquidi organici) può avvenire imbibizione o disimbibizione della lente. E pare che in ciò la lente non differisca dagli altri tessuti dell'organismo animale.

I fenomeni visibili che seguono all'immersione della lente in queste soluzioni concentrate sono ormai noti: la lente si opaca, tanto più rapidamente quanto più concentrata è la soluzione; « rapidamente si vanno formando delle chiazze bianche che si estendono sempre più, finchè il cristallino è fortemente raggrinzato ed ha completamente l'aspetto di una goccia di paraffina » (1); alla superficie della lente, si può osservare la comparsa di una figura a λ « formata da linee bianche fortemente opache, attorno alle quali si formano come dei fasci di strie bianche ed opache... » (2). Per quanto riguarda l'azione delle soluzioni molto concentrate, « la lente senza capsula si comportò come la lente con capsula » (3).

Queste alterazioni corrispondono verosimilmente al periodo di diminuzione del peso della lente.

Rimanendo la lente immersa nelle stesse soluzioni per un tempo maggiore, « scompare lentamente l'opacità e il raggrinzamento della capsula, che va allontanandosi dalla sostanza del cristallino; tra la capsula e il cristallino si raccoglie del liquido che va lentamente aumentando, e facendo gonfiare la capsula; la sostanza del cristallino si mantiene a lungo fortemente raggrinzata » (Manca e Ovio) (4).

Come si può spiegare, dal punto di vista dei processi osmotici, il ritorno del peso della lente al valore iniziale? Se la capsula non è una membrana semipermeabile, o se cessa di esserlo nelle condizioni sperimentali di cui si parla, il sale si diffonde dall'esterno all'interno della capsula, finchè non siasi stabilito l'equilibrio osmotico fra la soluzione esterna e l'interna. Ma lo stabilirsi dell'equilibrio osmotico non spiega il ritorno del peso della lente al valore iniziale; quando l'equilibrio osmotico è stabilito, non c'è più forza osmotica che spinga liquido entro la lente. E se il ritorno del peso della lente al valore iniziale non può essere spiegato, col sussidio di forze osmotiche, più difficile è poi spiegare l'aumento ulteriore del peso della lente oltre il valore iniziale. Questo au-

(1) Manca e Ovio, loc. cit., pp. 164-165.
(2) Manca e Ovio, loc. cit., pp. 164-165.
(3) Manca e Ovio, loc. cit., pp. 164-165.
(4) Loc. cit., pag. 169.

mento di peso era noto al Leber, il quale dice [1]: « In koncentrierteren NaCl-Lösungen folgt auf die anfängliche Abnahme nach einiger Zeit ebenfalls eine Zunahme des Gewichtes, die mehr beträgt als die erstere und ebenfalls mit Abhebung der Kapsel verbunden ist. Dieselbe ist aber viel geringer als die in hypotonischen Lösungen ». Ma egli lo spiega in una maniera affatto arbitraria: « Sie erklärt sich wohl dadurch, dass der Unterschied des NaCl-Gehaltes sich allmählich ausgleicht und dass jetzt der Eiweissgehalt der Linse einen Wassereintritt bewirkt, welcher anfangs durch den Wasserwerlust in Folge der Salzdifferenz überkompensiert wurde ». L'esperimento di Deutschmann, che Leber cita a sostegno della sua spiegazione, ha bisogno di essere confermato.

Come può mai la proteina lenticolare allo stato d'idrogel esercitare una « forza osmotica » così grande? Intanto un accumulo di liquido fra la capsula e il corpo della lente avviene anche, come abbiamo visto, in seguito all'immersione in acqua.

Manca e Ovio [2] lo spiegano « ammettendo che la capsula del cristallino... sia un po' più permeabile... della sostanza del cristallino tanto per l'$H_2O$ che per le sostanze sciolte... »; come si vede, una spiegazione che si risolve in un circuito di parole.

Il problema, dicemmo, è doppio, in verità: perchè la lente nelle soluzioni concentrate aumenta di peso? perchè il liquido si accumula sotto la capsula?

Il ritorno del peso al valore iniziale e l'aumento di esso si spiegano facilmente, se si pensa che, nelle condizioni sperimentali dette, oltre alla forza osmotica agisce la forza d'imbibizione. Sebbene la capsula non sia una membrana semipermeabile, la forza osmotica, che agisce dall'esterno e tende a sottrarre acqua, prevale da prima sulla forza d'imbibizione, che agisce dall'interno e tende ad attrarre soluzione verso la lente.

La resultante di queste due forze antagoniste è da prima una perdita d'acqua con diminuzione di peso da parte della lente. Ma quando l'equilibrio osmotico si è stabilito per diffusione del sale dall'esterno all'interno della capsula, la forza osmotica cessa di agire; ora è la forza d'imbibizione che resta sola in campo; essa porta la soluzione nell'interno della lente, la quale per ciò man mano torna al suo peso iniziale, e poi lo sorpassa, finchè la lente non abbia raggiunto il massimo d'imbibizione nella rispettiva soluzione.

Il ritorno del peso della lente al valore iniziale avviene tanto più presto quanto più concentrata è la soluzione, perchè i processi osmotici tanto più velocemente si svolgono, tanto più presto viene raggiunto l'equilibrio osmotico, dopo di che il processo di imbibizione si svolge senza ostacolo. Propriamente non si tratta d'una successione del processo d'imbibizione al processo osmotico. Tutt'e due i processi s'iniziano nello stesso istante, e decorrono insieme in seguito. Ma in un primo periodo il processo osmotico ha la prevalenza sull'altro, mentre in un secondo periodo è questo che prevale su quello.

E che la lente s'imbeva anche in soluzioni fortemente concentrate non deve far meraviglia. Vuol dire che, da questo punto di vista, la lente immersa in soluzioni relativamente concentrate non differisce essenzialmente dalle lamine di gelatina, su cui sperimentò Hofmeister, le quali s'imbevono tanto più quanto più concentrata è la soluzione, fino alla concentrazione 16 %. Se non che qui l'imbibizione diminuisce e decorre più lentamente coll'aumentare della concentrazione; il che dimostra, come dicemmo, che il NaCl, non che agevolare, ostacola e rallenta il processo d'imbizizione.

Rimane ora a spiegare, perchè liquido si accumula fra la capsula e la corticale, e tanto se la lente è immersa in acqua distillata quanto se è immersa in soluzioni molto concentrate (10-14 %). Quest'accumulo di liquido incomincia ad apparire sempre relati-

(1) Loc. cit., pag. 437.
(2) Loc. cit., pag. 169, nota

vamente tardi. Noi crediamo che esso dipenda dalla presenza della capsula elastica, in quanto che essa, quando il turgore della lente raggiunge un certo grado, con la pressione che esercita sul contenuto lenticolare, spreme una parte del liquido, di cui il corpo della lente si è imbevuto. La spremitura incomincia a manifestarsi relativamente tardi, perchè essa avviene tanto più facilmente quanto maggiore è il grado d'imbibizione raggiunto dall'idrogel.

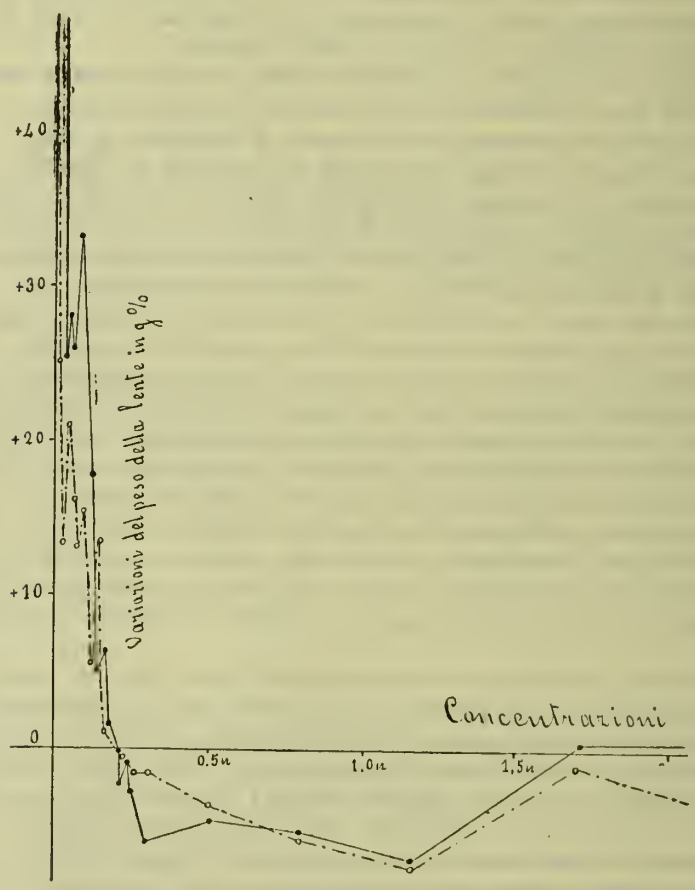


Fig. 8.

Prese due variazioni percentuali del peso della lente, quella alla fine della 1ª ora (linea tratteggiata) e quella alla fine della 4ª ora (linea continua) d'immersione in soluzioni variamente concentrate di NaCl, abbiamo costruito la grafica della fig. 8, la quale dimostra:

1. che l'aumento percentuale del peso della lente è maggiore dopo la 4ª ora che dopo la 1ª ora;

2. che le curve toccano l'asse delle ascisse in corrispondenza della concentrazione 0,2 *n*;

2. che in soluzioni concentrate le curve decorrono sotto l'asse delle ascisse, per tornare a toccarlo in corrispondenza della concentrazione 1,7 $n$ (la curva continua);

4. che l'abbassamento delle due curve sotto l'asse delle ascisse è molto minore dell'innalzamento sopra il medesimo;

5. che nelle soluzioni di concentrazione superiore alla 1,7 $n$ la curva continua torna lentissimamente ad elevarsi sopra l'asse delle ascisse, mentre la curva tratteggiata rimane sotto, pur tendendo ad avvicinarsi all'asse delle ascisse.